

О.И. ГАЛЕЗНИК, К.А. ДУЛЕВА, А.Ф. АКУЛЕВИЧ

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕРНОВОГО СОСТАВА
ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОМЕЛЬСКОГО РЕГИОНА**

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь
olka-lelya88@mail.ru*

В статье рассматриваются особенности гранулометрического и микроагрегатного состава палеогеновых песков и супесей юго-востока Беларуси. Проанализированы однородность и сортированность этих образцов на основе наиболее известных коэффициентов и соотношений.

На юго-востоке Беларуси отложения харьковской свиты палеогеновой системы вскрываются при инженерно-геологическом изучении территории на глубину от 2 м и более, преимущественно глубже 15 м. Эти отложения иногда попадают в активную зону инженерных сооружений. Поэтому необходимо изучение показателей их физических свойств.

В данной статье рассматривается гранулометрический и микроагрегатный состав палеогеновых песков и супесей юго-востока Беларуси.

По гранулометрическому составу судят о дисперсности грунтов, а также проводят их классифицирование. Кроме того, гранулометрический состав дает структурную характеристику грунта, позволяет предварительно судить о происхождении породы, приблизительно оценить некоторые свойства грунта (фильтрационные, физико-химические и др.) [1].

Для определения гранулометрического и микроагрегатного состава были использованы следующие образцы:

– алеврит морской, отобран на территории санатория «Василек» д. Студеная Гута Гомельского района и песок глауконитовый, отобран на геологическом обнажении Ляхова гора Лоевского района. Гранулометрический состав алеврита определялся ареометрическим методом по ГОСТу 12536-79. Гранулометрический состав песка глауконитового – ситовым методом. Исследования проводились в лаборатории УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины». Аналитик – Галезник Ольга Ивановна.

– алеврит морской, отобран из скважины 25^Б в окрестностях ОАО «Гомельский химический завод». По этому образцу определялся гранулометрический состав и микроагрегатный состав пипеточным методом по ГОСТу 12536-79. В качестве диспергатора при определении гранулометрического состава использовался аммиак. Подготовка образца к микроагрегатному анализу выполнялась по методу Н.А. Качинского взбалтыванием в течение 2-х часов. Исследования проводились в лаборатории УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины». Аналитик – Дулева Карина Александровна.

– материалы экспериментальных исследований палеоген-неогеновых отложений полтавской серии, выполненные на территории Белорусского Полесья институтом Союзгипромелиоводхоз [3]. Эксперименты проводились в лаборатории института Союзгипромелиоводхоза ситовым и ареометрическим методом.

Результаты экспериментальных исследований Галезник О.И. и Дулевой К.А. приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты определения гранулометрического и микроагрегатного состава грунтов

Фракции грунта, мм	Содержание, %			
	ареометрический метод		гранулометрический (зерновой) состав глинистых грунтов (пипеточный метод)	микроагрегатный состав глинистых грунтов (пипеточный метод)
	алеврит морской	песок глауконитовый	алеврит морской	
более 10	0,0	0,0	0,0	0,0
10–5	0,0	0,0	0,0	0,0
5–2	0,0	0,0	0,1	0,0
2–1	0,0	0,3	0,3	0,0
1–0,5	0,15	7,9	0,5	2,3
0,5–0,25	1,54	13,9	1,2	2,0
0,25–0,1	11,04	58,8	5,9	26,9
0,1–0,05	44,44	10,61	23,7	29,8
0,05–0,01	29,37	7,3	62,8	33,8
0,01–0,005	8,57	0,78	1,2	1,1
*0,005–0,002			*0,6	*1,4
*0,002–0,001			*1,2	*0,7
*менее 0,001 менее 0,005	4,89	0,41	*2,5	*2,0

Исследованные в лаборатории УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины» образцы были классифицированы следующим образом:

– алеврит морской (санаторий «Василек» д. Студеная Гута Гомельского района) по классификации В.В. Охотина (1940 г.) [7, с. 281] – супесь легкая мелкозернистая;

– песок глауконитовый (геологическое обнажение Ляхова гора Лоевский район) по СТБ 943-2007 – песок мелкий, а по классификации В.В. Охотина (1940 г.) [7] – песок мелкозернистый;

– алеврит морской (скважина 25^b) по классификации В.В. Охотина (1940 г.) [7, с. 281] – супесь легкая пылеватая.

Анализ песков

Для изучения однородности и сортированности песков различными авторами предложен ряд коэффициентов и соотношений:

– средний диаметр

$$M_a = \frac{\sum x f(x)}{100},$$

где M_a – средний арифметический диаметр зерна, x – средние размеры фракций или полусуммы их конечных размеров, $f(x)$ – содержание фракций, % [5].

– средний медианный диаметр d_{50} ;

– характерные диаметры: $d_5, d_{10}, d_{25}, d_{40}, d_{60}, d_{70}, d_{75}, d_{90}, d_{95}$;

– коэффициенты однородности C_u, U_{max} ;

– коэффициенты сортированности S_0, S_p, K_{USC} ;

– коэффициенты асимметрии S_k, S_k .

По имеющимся анализам гранулометрического состава песков нами были подсчитаны средние арифметические значения, построены интегральные кривые в полулогарифмическом масштабе, столбчатые диаграммы содержания фракции и таблица расчетных коэффициентов.

Таким образом:

1. Сравнение средних значений M_a и медианных (d_{50}) показывает, что медианные значения несколько меньше, чем средние. Это говорит, что содержание мелких фракций преобладают над содержанием крупных.

2. Столбчатые диаграммы показывают, что песок мелкий [3] является монодисперсным, одна фракция 0,25–0,1 мм содержится более 70 % частиц (критерий 70 % принят по [1]), а песок мелкий является бидисперсным, так как суммарное содержание двух фракций 0,25–0,1 и 0,5–0,25 мм содержат более 70 % частиц (рисунок 1).

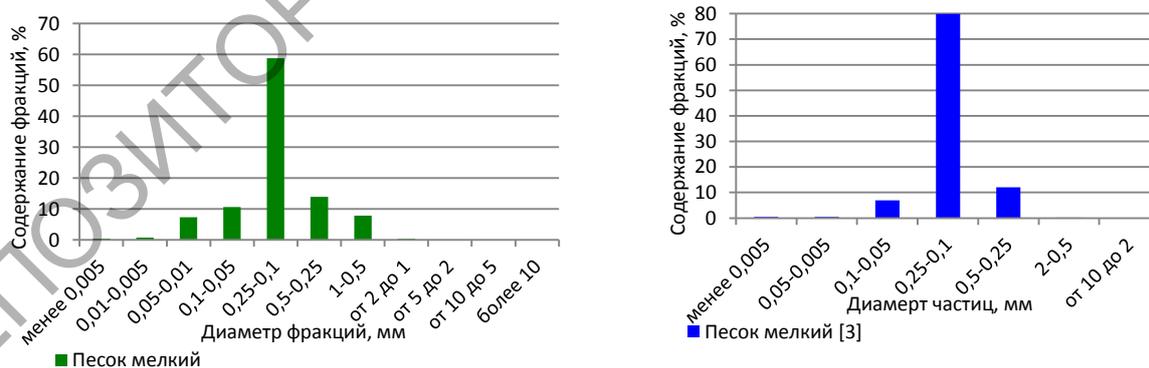


Рисунок 1 – Столбчатые диаграммы песков мелких

3. Однородность песков в соответствии с ГОСТ 25100-2011 рекомендуется определять по коэффициенту C_u . Если C_u меньше 3, то пески однородные. В нашем случае исследуемые пески являются однородными.

4. Однородность песков по СТБ 943-2007 определяется по U_{\max} . Если $U_{\max} < 4$ – однородный, $4 \leq U_{\max} \leq 20$ – среднеоднородный, $20 \leq U_{\max} \leq 40$ – неоднородный, $U_{\max} > 40$ – повышенной неоднородности. В нашем случае песок мелкий [3] является однородным, а песок мелкий является среднеоднородным.

5. Коэффициент отсортированности определяют по трем показателям: по П.И. Фадееву, по П. Траску, по USC (унифицированная система классификации, США). Градация значений коэффициента отсортированности песков по П.И. Фадееву следующая [6]:

Наименование песков	Величина коэффициента сортировки S_p
Хорошо отсортированные	< 3
Средне отсортированные	3–5
Плохо отсортированные	5–10
Неотсортированные	> 10

В нашем случае песок мелкий [3] является хорошо отсортированным, а песок мелкий – плохо отсортированным.

По П. Траску для хорошо отсортированных песков $S_0 = 1,0 \pm 1,5$, для плохо отсортированных $S_0 > 2,12$. В нашем случае пески являются хорошо отсортированными.

По унифицированной системе классификации США (USC), чем больше значение, тем выше сортированность. В данном случае песок мелкий [3] лучше сортированный, чем песок мелкий.

6. Коэффициент асимметрии определяется по П.И. Фадееву и П. Траску. Максимальное значение коэффициента асимметрии по П.И. Фадееву для песка мелкого составляет $S_k = 2,2$. Минимальное значение коэффициент асимметрии, получается, по П. Траску и для обоих песков составляет $S_k = 0,98$.

Результаты вычислений приведены в таблице 2.

Анализ глинистых грунтов

1. Количественно неоднородность глинистых грунтов можно оценить коэффициентом K_n . Если $K_n > 5$, то грунт считается неоднородным [2]. Для проведения исследований были построены интегральные кривые в полулогарифмическом масштабе (рисунок 2 А, Б) и проведены вычисления (таблица 3). В нашем случае неоднородными будут следующие образцы: супесь [3], супесь 1, супесь 3. Однородным является образец супесь 2.

2. Для сравнения микроагрегатного и гранулометрического состава супесей из скважины 25^Б кроме интегральных кривых были проведены вычисления коэффициента агрегированности по И.М. Горьковой [2].

$$K_a = \frac{\text{выход частиц при гранулометрическом анализе, (в \%)} }{\text{выход частиц при микроагрегатном анализе, (в \%)} }.$$

В почвоведении почвенные агрегаты делятся на три группы [4]: микроагрегаты $< 0,25$; мезоагрегаты $0,25-7$ (10); макроагрегаты > 7 (10).

Из таблицы 4 видно, что наиболее агрегированы мелкие песчаные частицы фракции (0,25–0,1 мм) ($K_a = 0,22$). Здесь и содержатся микроагрегаты, которые при диспергировании переходят во фракцию крупной пыли (0,05–0,1 мм), $K_a = 1,86$.

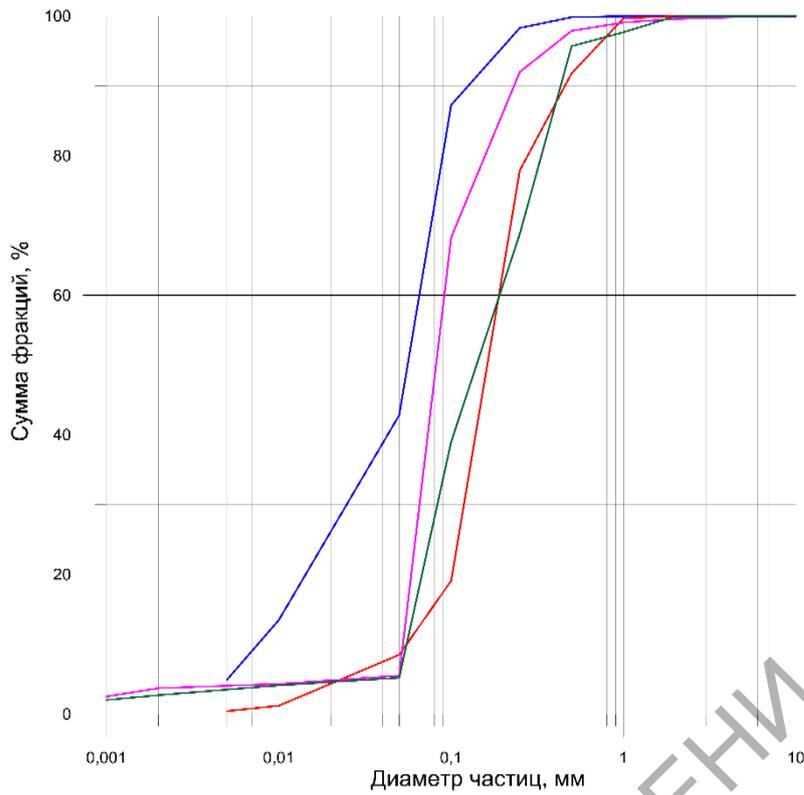
Таблица 2 – Диаметры и коэффициенты палеогеновых песков

Название образца	Характерные диаметры частиц, мм									
	d_5	d_{10}	d_{25}	d_{40}	d_{50}	d_{60}	d_{70}	d_{75}	d_{90}	d_{95}
Песок мелкий [3]	0,075	0,101	0,122	0,145	0,164	0,182	0,207	0,218	0,284	0,381
Песок мелкий	0,024	0,055	0,110	0,137	0,164	0,188	0,217	0,241	0,458	0,669
Название образца	Коэффициенты неоднородности			Коэффициенты отсортированности				Коэффициент асимметрии		
	по А. Хазену	показатель максимальной неоднородности	по П.И. Фадееву	по П. Траску	по USC (унифицированная система классификации, США)		по П.И. Фадееву	по П. Траску		
	$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	$U_{\max} = \frac{d_{50}d_{95}}{d_5}$	$S_p = \frac{d_{90}}{d_{10}}$	$S_0 = \sqrt{\frac{d_{75}}{d_{10}}}$	$K_{USC} = \frac{d_{70}}{d_{40}} \times \frac{d_{70}}{d_{90}}$		$S_k = \frac{d_{10}d_{90}}{d_{50}^2}$	$S_k = \frac{d_{25}d_{75}}{d_{50}^2}$		
Песок мелкий [3]	1,8 (однородный)	0,8 (однородный)	2,8 (хорошо отсортированный)	1,3 (хорошо отсортированный)	1,04		1,7	0,98		
Песок мелкий	3,4 (неоднородный)	4,5 (среднеоднородный)	8,3 (плохо отсортированный)	1,48 (хорошо отсортированный)	0,74		2,2	0,98		

Таблица 3 – Диаметры и коэффициенты палеогеновых супесей

Диаметры частиц, мм	Супесь [3]	Супесь 1	Супесь 2	Супесь 3
d_{10}	0,005	0,007	0,052	0,055
d_{60}	0,122	0,064	0,092	0,193
$K_H = \frac{d_{60}}{d_{10}}$	24,4 неоднородный	9,1 неоднородный	1,76 однородный	3,50 неоднородный

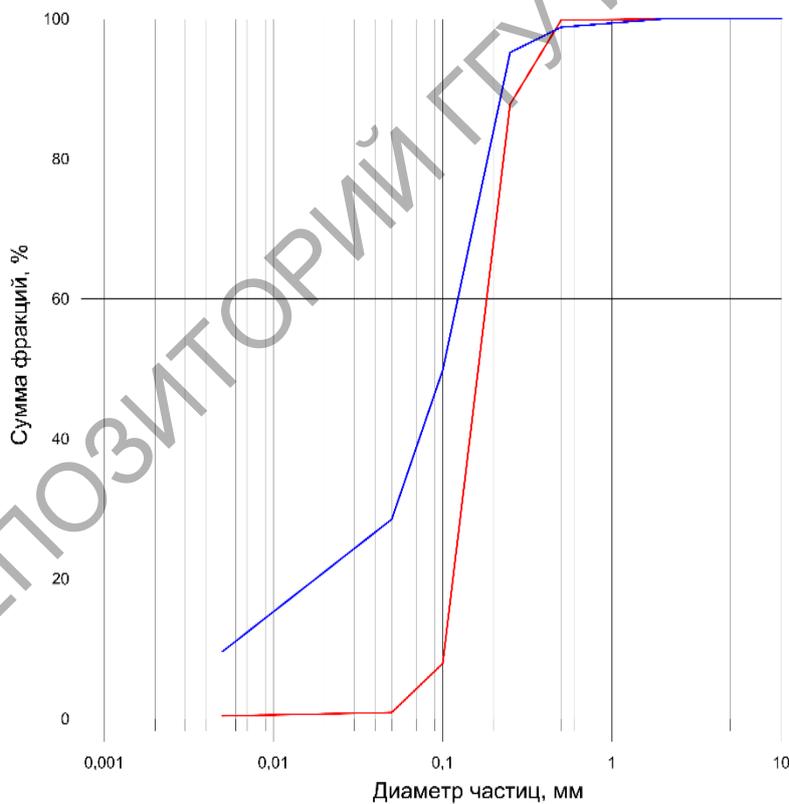
А)



Условные обозначения

- Supесь 1
- Supесь 2
- Supесь 3
- Песок мелкий

Б)



Условные обозначения

- Supесь [3]
- Песок мелкий [3]

Рисунок 2 (А, Б) – Интегральные кривые исследуемых грунтов

Таблица 4 – Фракционный состав палеогеновой супеси из скважины 25^Б по результатам гранулометрического и микроагрегатного анализов

Фракции грунта, мм	Наименование структурных элементов твердой компоненты по И.В. Попову [1]	Содержание, %		Коэффициент агрегированности по И.М. Горьковой
		гранулометрический (зерновой) состав глинистых грунтов (пипеточный метод)	микроагрегатный состав глинистых грунтов (пипеточный метод)	
более 10	–	0,0	0,0	∞
1	2	3	4	5
10–5	–	0,0	0,0	∞
5–2	–	0,1	0,0	∞
2–1	песчаные частицы грубые	0,3	0,0	∞
1–0,5	песчаные частицы крупные	0,5	2,3	0,22
0,5–0,25	песчаные частицы средние	1,2	2,0	0,6
0,25–0,1	песчаные частицы мелкие	5,9	26,9	0,22
0,1–0,05	песчаные частицы тонкие	23,7	29,8	0,79
0,05–0,01	пылеватые частицы крупные	62,8	33,8	1,86
0,01–0,005	пылеватые частицы мелкие	1,2	1,1	1,09
0,005–0,002		0,6	1,4	0,43
0,002–0,001		1,2	0,7	1,71
менее 0,001	глинистые частицы	2,5	2,0	1,25

Список литературы

- 1 Грунтоведение / В.Т. Трофимов [и др.]; под общ. ред. В.Т. Трофимова. – М. : Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.
- 2 Дмитриев, В.В. Методы и качество лабораторного изучения грунтов / В.В. Дмитриев, Л.Л. Ярг. – М. : КДУ, 2008. – 542 с.
- 3 Инженерно-геологическая характеристика поверхностных отложений Белорусского Полесья / Л.Д. Медведев, Ю.Ф. Ходаковский, В.П. Хайнак, А.Ф. Акулевич // Геология и география: межвед. сб. – Минск : Изд-во БГУ, 1980. – Вып. 2. – С. 102–115.
- 4 Ковда, В.А. Почвоведение: в 2 ч. / В.А. Ковда, Б.Г. Розанова. – М. : Высш. шк., 1988. – Ч. 1. – 400 с.
- 5 Купман, А.С. Методическое руководство по геологической съемке масштаба 1 : 50 000: в 2 т. / под ред. А.С. Купман. – Л. : Недра, 1978. – Т. 1. – 503 с.
- 6 Методическое пособие по инженерно-геологическому изучению горных пород: в 2 т. / под ред. Е.М. Сергеева, С.Н. Максимова, Г.М. Березкиной. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1968. – Т. 1. – 303 с.
- 7 Чаповский, Е.Г. Лабораторные работы по грунтоведению и механике грунтов / Е.Г. Чаповский. – М.: Недра, 1975. – 304 с.

O.I. GALEZNIK, K.A. DULEVA, A.F. AKULEVICH

***COMPARATIVE CHARACTERISTIC OF GRAIN STRUCTURE PALEOGENOVYKH
OF DEPOSITS OF THE GOMEL REGION***

In article features of particle size and micromodular distribution the paleogenovykh of sands and sandy loams of the southeast of Belarus are considered. Uniformity and a sortirovannost of these samples on the basis of the most known coefficients and ratios are analysed.